

密な砂質基礎地盤上の盛土構造物を対象とした遠心振動模型実験 実地盤の応力状態を再現した縮小模型実験による動的挙動の分析

Centrifugal Vibration Model Experiments for Embankment Structures on Dense Sandy Foundations
Analysis of Dynamic Behavior by Reduced Scale Model Experiments Reproducing Stress State of Actual Ground

(原子力土木部 設計管理G)

(Engineering & Management Group, Civil & Architectural Engineering Department, Nuclear Power Division)

密な砂質基礎地盤上の盛土構造物の大地震時における挙動を確認するために遠心振動模型実験を実施した。その結果、密な砂質地盤は大地震時にも支持力を保持し、せん断変形に対して十分な抵抗力を発揮することを確認した。また、盛土構造物も変形が限定的となり、安全性を保持することを確認した。

Centrifugal vibration model experiments were carried out to confirm the dynamic behavior of embankment structures on a dense sandy foundation vibrated by large seismic loading. As a result, it was confirmed that the dense sandy soil retained its bearing capacity and showed sufficient resistance to shear deformation even when affected by a large earthquake. It was also confirmed that the embankment structure retained its safety with limited deformation.

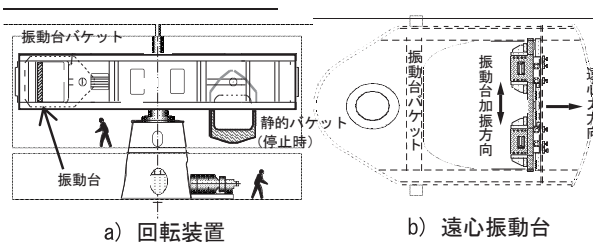
1 背景

遠心模型実験は、縮小模型地盤に遠心重力を作用させることで実スケールの地盤の応力状態を模擬する手法であり、質量密度や剛性、応力-ひずみ関係等の諸条件について実物を再現した実験が可能となる。従来は、主に地震による影響が大きい緩い砂質地盤を対象に遠心模型実験による検討が行われてきた。本稿では、密な砂質地盤上の盛土構造物を対象とした遠心模型実験結果について報告する。

2 実験概要

(1) 実験装置

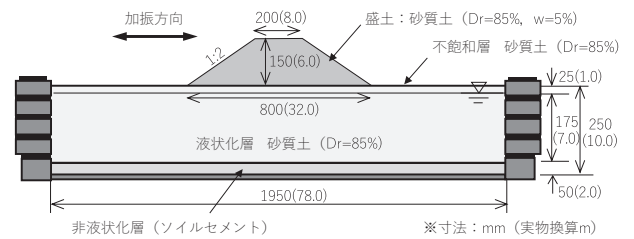
遠心模型実験装置は、遠心重力を発生させる回転装置と地震動を再現する遠心振動台で構成される(第1図)。本実験で使用した回転装置の最大回転半径は7.00m、実験模型の有効半径は6.74mである。



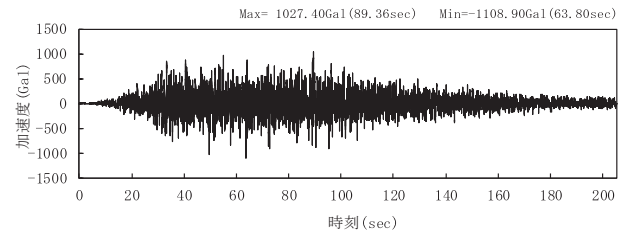
第1図 遠心模型実験装置

(2) 実験条件

模型のスケールは1/40とし、実物と同等の応力状態を再現できるよう遠心重力を40Gとした。砂質土を用いて作製した基礎地盤上に、使用材料による盛土変形量の違いを把握することを目的に、ケース1では砂質土を材料とした砂質盛土を、ケース2では岩の掘削ずりを材料とした岩砕盛土を構築した全2ケースを実施した。第2図にケース1の実験模型の断面図を示す。実験に用いた砂質土は単一粒径の細砂であり、両ケースの基礎地盤



第2図 実験模型の断面図(ケース1)



第3図 入力地震動

およびケース1の盛土はよく締め固められた状態(相対密度^(注1)85%)とした。また、岩砕は岩の掘削ずりを最大粒径19mmに粒度調整した試料であり、ケース2の盛土は締め固め度^(注2)95%となるよう作製した。

加振は盛土横断方向の水平一方向とし、大きな加速度振幅(約1,000Gal)と長い継続時間(約200秒)を有する地震動(第3図)を、振動台を介して模型地盤底面へ入力した。

(注1) 主に砂材料の締め固め度の指標で、100%が最も締まった状態であり、一般に概ね70%を超えるとき材料が密な状態とされる。

(注2) 盛土の締め固め管理に用いる指標で、90%以上を目標に管理することが多い。

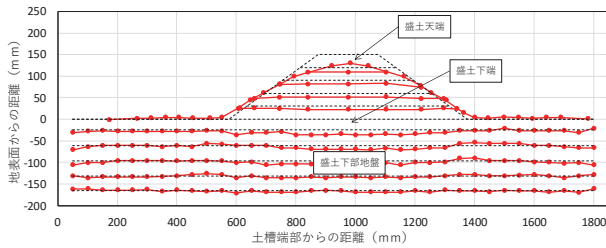
3 実験結果

(1) 盛土の変形

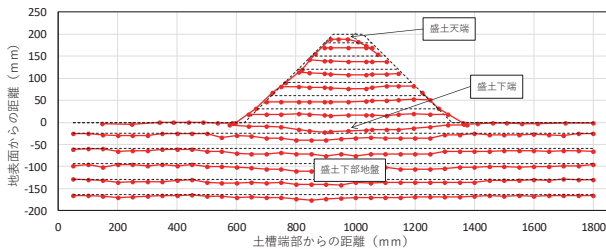
第4図に各ケースの変形図を示す。また、第5図はケース1の実験模型解体時の断面の様子である。

ケース1では、砂質盛土本体は約10mm(初期盛土高さの約7%)の沈下が生じた。模型地盤内に水平に設けた色砂の段差から確認される盛土のすべり面は、盛土内

部の斜面浅部に限定的となっており、砂質盛土は高さが概ね保持されている。ケース2では、岩砕盛土本体の沈下はほとんど生じなかった。盛土天端の沈下は主に盛土下部地盤の変形に起因している。また、盛土全体の表層部分には複数の亀裂が法面垂直方向に生じていたが、ケース1に見られた斜面に沿ったすべり面は確認されなかった。盛土本体の変形量の違いおよびすべり面の有無は、砂質盛土と岩砕盛土の低拘束圧条件下のせん断強度の違いによるものと考えられる。

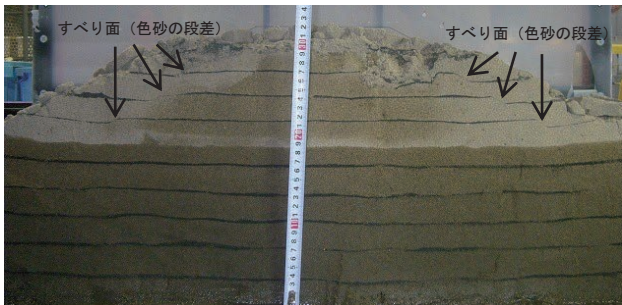


a) ケース1 砂質盛土



b) ケース2 岩砕盛土

第4図 盛土および基礎地盤の変形図



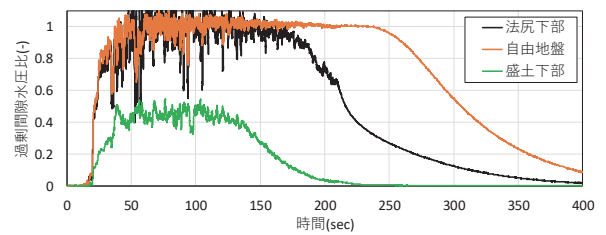
第5図 実験模型解体時の断面の様子 (ケース1)

(2) 過剰間隙水圧比と基礎地盤の変形

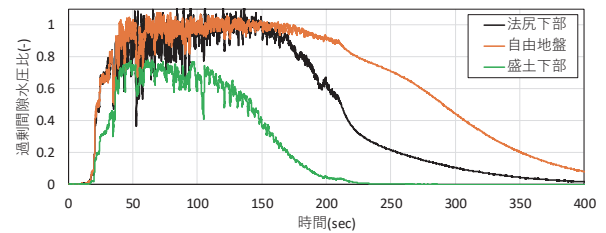
間隙水圧とは地盤中の水圧のことであり、土粒子間の空隙が水で飽和した砂質地盤が地震のような繰返しのせん断力を受けると間隙水圧が上昇する。繰返しせん断を受ける前の有効応力(土粒子部分が受け持つ応力)とせん断力を受けて上昇した間隙水圧の比を過剰間隙水圧比と呼び、1.0に近づくと地盤の強度や剛性が低下する。

第6図にケース1の浅部(G.L. -51mm)と深部(G.L. -121mm)における3測線の過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。水圧計の測線位置と深度は後掲の第7図を参照されたい。過剰間隙水圧比の上昇の程度に着目すると、自由地盤と法尻下部地盤では両深度とも1.0まで上昇しているが、盛土下部地盤の最大過剰間隙水圧比は、深部では0.8程度、浅部においては0.5程度にとどまっている。

第7図には、ケース2における加振前後の計器類の位置を示す。計器類は鉛直下向きに移動しており、移動量は盛土内部および盛土下部地盤の浅部で大きい傾向にある。また、法尻付近では盛土の沈下に伴う盛土下部地盤の側方への広がりによる水平変位が生じると想定されたが、計器類に水平方向の顕著な移動は確認されなかった。これは盛土自重によって盛土下部地盤の有効応力が大幅には低下せず、せん断剛性が保持されたためであると考えられる。

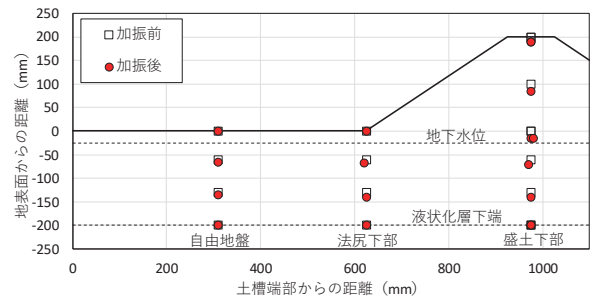


a) 浅部 (G.L. -51mm)



b) 深部 (G.L. -121mm)

第6図 過剰間隙水圧比時刻歴 (ケース1)



第7図 加振前後の計器類の位置 (ケース2)

4 まとめ

本実験により、密な砂質基礎地盤は大きな地震力に対しても支持力を保持し、せん断変形に対して十分な抵抗力を発揮することが確認された。砂質盛土は基礎地盤の変形が抑制されたことに起因して盛土本体の変形も限定的となり、元の高さを概ね保持する結果となった。さらに、岩砕盛土は地震による盛土本体の変形も全体的に小さく、盛土本体と基礎地盤が一体となって安定性を確保する結果となった。

